

PENGARUH *SLOW HEATING* PADA SAAT KARBONISASI TERHADAP KUALITAS KARBON TEMPURUNG KELAPA

As'ari¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado, 95115

ABSTRAK

Telah didapatkan pemanas yang dilengkapi dengan pengontrol suhu type PXR-4. Tungku pemanas berbentuk silinder koaksial sehingga panas yang dihasilkan lebih merata dan lebih efisien. Dari uji coba didapatkan riak 1^o pada saat suhu dipertahankan pada suhu 80^o C dan suhu 100^o C beberapa saat. Alat ini digunakan untuk memanaskan sampel dengan variasi kelajuan panas dari 5^oC/menit sampai dengan 25^oC/menit. Pada saat aktivasi semua sampel mengalami perlakuan yang sama dengan suhu pemanasan 850^oC. Hasil uji pada laju pemanasan tersebut diperoleh hasil terbaik adalah pada sampel uji C10 dengan daya hantar 13.76 microsiemens/cm, massa jenis 0.75593 gr/cm³, kadar air 0,038 %, kadar abu 1.47 %, kadar karbon terikat sebesar 97.03 %, dan daya jerap iod 775.24 mg/g.

Kata kunci: karbon, *slow heating*

EFFECT OF SLOW HEATING ON CARBON QUALITY OF COCONUT SHELL DURING CARBONIZATION

ABSTRACT

A heater completed with temperature controller PXR-4 was obtained. Heater was coaxial cylinder, so that the yielded heat was more flatten and more efficient. The result of test-drive showed that ripples was 1^o when the temperature was defended at 80^oC and 100^oC for a few minutes. The device was used for heating samples with variation of heat velocity from 5^oC/minute up to 25^oC/minute. During the activation all samples were equally-heating treated at temperature 850^oC. Testing at these heat velocities indicated that the best result was at sample test C10. The sample test C10 had electric pass power 13.76 microsiemens/cm, specific mass 0.75593 gr/cm³, water content 0.038 %, ash rate 1.47 %, bound-carbon content 97.03 %, and iod absorptive power 775.24 mg/g.

Keywords: carbon, *slow heating*

PENDAHULUAN

Sulawesi Utara terkenal dengan daerah nyiur melambai. Ini disebabkan daerahnya dipenuhi dengan pohon kelapa baik disekitar pantai maupun di daerah pegunungan. Pemanfaatan buah kelapa sekarang ini masih terfokus pada daging buahnya saja untuk dijadikan kopra, minyak, santan dan saat ini sedang berkembang minyak VCO (*Virgin Coconut Oil*), sedang hasil sampingan lainnya seperti tempurung kelapa belum begitu banyak dimanfaatkan. Ini terbukti khususnya di Sulawesi Utara, tempurung kelapa masih banyak dijual di pasar untuk kebutuhan bahan bakar yang relatif murah.

Data Riset dan Teknologi mengatakan bahwa tahun 2004 hasil ekspor karbon aktif bernilai 8.794.340 US\$. Salah satu bahan dasar dari karbon aktif tersebut adalah tempurung kelapa. Memang akademisi bahkan masyarakat sudah banyak mengetahui akan hal ini. Pada tahun 2003/2004 industri kecil pembuatan arang aktif menjamur yang dikelola oleh masyarakat. Namun akhir-akhir ini menghilang karena karbon aktif yang dihasilkan kurang bermutu sehingga tidak mampu bersaing dengan produk luar negeri.

Penelitian sudah banyak dilakukan dalam usaha memperbaiki kualitas karbon aktif diantaranya kualitas karbon, perbaikan proses saat karbonisasi berhubungan dengan optimasi suhu dan waktu, dan juga perbaikan

pada saat aktivasi berhubungan dengan jenis zat pengaktifnya, suhu dan waktu. Namun dilihat dari hasilnya sampai saat ini masih belum memuaskan dan masih ada peluang untuk meningkatkan mutu dari karbon aktif tersebut. Menurut Standart Nasional Indonesia (SNI) N0. 06-3730-1995, syarat mutu arang aktif memiliki daya serap minimum 750 mg/g. Dalam hal ini peneliti melihat adanya peluang untuk memperbaiki kualitas karbon aktif melalui pengontrolan kenaikan suhu melalui pemanasan lambat (*slow heating*).

Arang adalah bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur karbon. Sebagian besar dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lain. Komponen-komponen arang terdiri dari zat mudah menguap, abu, air, nitrogen dan sulfur (Manarsip dkk., 1996).

Beberapa peneliti mendefinisikan tentang karbon aktif, diantaranya: Anonim A, (2006) mendefinisikan arang aktif adalah karbon non grafit yang dapat dihasilkan dari semua bahan yang mengandung karbon seperti batubara, kayu, sekam padi, tempurung kelapa dan sebagainya. Menurut sembiring dkk.,(2003) arang aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat fisik dan kimianya karena dilakukan perlakuan aktivasi dengan aktivator bahan-bahan kimia pada temperatur yang tinggi sehingga daya jerap menjadi tinggi.

Arang aktif mempunyai sifat fisika antara lain berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai banyak rongga. Luas rongga tersebut menjadi parameter penting dalam peningkatan daya jerap. Arang aktif mempunyai luas permukaan 300 sampai 2000 m² per gram. Karakteristik bahan karbon aktif (ukuran pori dan partikel, luas permukaan, permukaan kimia, kerapatan dan kekasaran) sangat berpengaruh pada efisiensi penyerapan (S Baksi et al., 2004).

Menurut Ferry (2002) pembuatan arang aktif mencakup dua tahap utama yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi. Karbonisasi merupakan penguraian selulosa dan pegeluaran unsur-unsur non karbon yang berlangsung pada suhu sekitar 600-700⁰ C . Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang pada suhu yang tinggi dengan tujuan memperbesar pori arang. Sebagai contoh

proses karbonisasi pada serbuk gergaji pada temperatur 600⁰ C , selama 1 jam dan aktivasi pada suhu 760⁰ selama 0,5 jam (Rio et al., 2005).

Sebelum aktivasi dilakukan, sampel terlebih dahulu mengalami proses pengeringan dan karbonisasi. Pengeringan dan karbonisasi menggunakan pemanasan lambat (*Slow heating*) dalam kondisi tanpa udara (Steve Kreck dkk., 2005). Pada pembuatan karbon aktif dari serbuk gergaji, telah dilakukan pemanasan lambat saat karbonisasi dengan kelajuan 10⁰ C per menit (Tjay JH et al., 2005). Begitu juga pada proses pembuatan bahan superkonduktor YBCO, untuk memperbaiki kualitasnya dilakukan pemanasan lambat dengan gradien kenaikan suhu 12⁰C per menit sampai suhu 950⁰C, dan saat annealing udara dialirkan (Nainggolan J., 2002).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi persiapan bahan, penggerusan, perancangan pemanasan dengan suhu dan waktu yang terkontrol.

2. Tahap karbonisasi

Pada tahap ini, proses dilakukan secara kontinu mulai dari pengeringan sampai karbonisasi. Pada tahap pengeringan dan karbonisasi, gradien kenaikan suhu dan lama pemanasan divariasikan.

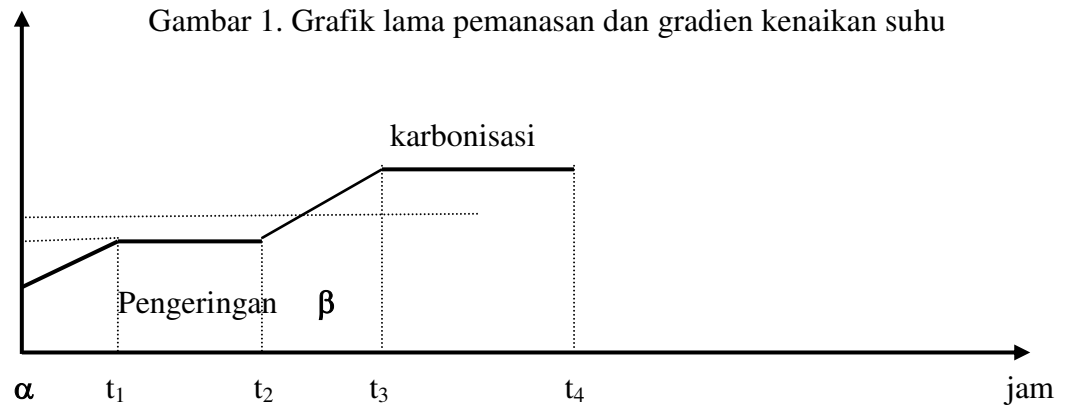
Setelah karbonisasi kemudian dilaksanakan pengaktifan secara kimia baik untuk sampel dengan pemanasan *slow heating* maupun pemanasan biasa.

Setelah tempurung kelapa dibersihkan dan dikeringkan, langkah selanjutnya adalah karbonisasi. Suhu karbonisasi maksimum adalah 650⁰ C dengan laju pemanasan yang terkontrol menggunakan alat pemanas diatas. Sampel terdiri dari 10 sampel dengan variasi laju pemanasan seperti pada tabel 1.

3. Tahap aktivasi

Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh *slow heating* saat karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif, maka dalam aktivasi semua sampel memiliki perlakuan yang sama. Aktivasi yang dilakukan adalah aktivasi kimia dengan agen pengaktifan NaCl 0,5 M pada suhu 850⁰ C.

Temperatur



Tabel 1. Variasi laju pemanasan saat karbonisasi

Sampel	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.10
Kelajuan ($^{\circ}\text{C}/\text{menit}$)	25	22.5	20	17.5	15.5	15	12,5	10	7.5	5

4. Tahap Karakterisasi

Untuk melihat kualitas karbon aktif dari sampel, dilakukan karakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan adalah karakterisasi kimia dan karakterisasi fisika. Karakterisasi kimia meliputi kadar air, kadar debu dan daya jerap ion. Karakterisasi fisika meliputi daya hantar listrik dan massa jenis.

a. Penentuan Kadar air

Sampel kering sebanyak a g ditempatkan di dalam botol timbangan yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan dipanaskan dalam oven bersuhu 105°C selama 3 jam.

b. Penentuan kadar abu.

Sampel kering sebanyak a g dimasukkan ke dalam cawan porselen yang diketahui bobot keringnya. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam tanur 750°C selama 6 jam. Setelah didinginkan didalam desikator selama 1 jam dan ditimbang.

c. Penentuan kadar karbon terikat

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi padat hasil pirolisis selain abu (zat organik) dan zat-zat atsiri yang masih terdapat pada pori-pori arang. Definisi ini hanya berupa pendekatannya

Kadar karbon terikat (%) = $100\% - (b + c)$

b = zat mudah menguap (%)

c = Kadar abu (%)

d. Penentuan daya jerap iod

Sample kering sebanyak 0,2 g dimasukkan kedalam labu asah yang dibungkus kertas karbon, ditambahkan 25 ml larutan I_2 0,1 N, kemudian dikocok selama 15 menit pada suhu kamar lalu disaring. Filtrat sebanyak 10 ml dititiasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga berwarna kuning muda lalu diberi beberapa tetes larutan kanji 1 % dan tirasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang.

$$\text{Daya jerap iod}(\text{mg/g}) = \frac{(B-A) \times N \times 126.93 \times \text{fp}}{S}$$

A = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk menitrasi 10 ml larutan stok (ml)

B = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk menitrasi 10 ml larutan blanko (ml)

N = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

fp = factor pengenceran

S = Bobot karbon aktif

$$126.9 = \text{BE } \text{I}_2$$

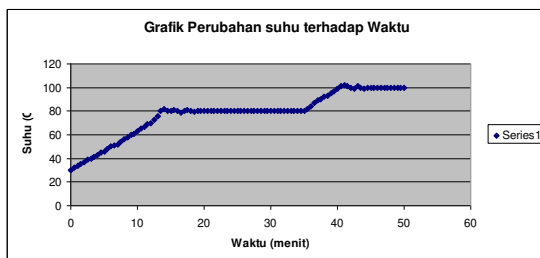
e. Karakterisasi Sifat Fisika

Karakterisasi sifat fisika ini meliputi XRD, SEM, daya hantar listrik dan massa jenis. Pengukuran XRD dan SEM dilakukan di Bandung, sedangkan pengukuran daya hantar listrik dan massa jenis dilakukan di laboratorium balai industri manado.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba pemanas

Pemanas yang digunakan adalah pemanas yang dilengkapi dengan pengontrol suhu type PXR-4. Tungku pemanas berbentuk silinder koaksial dengan tujuan panas yang dihasilkan lebih merata dan lebih efisien. Dari hasil uji coba masih didapatkan riak 1^0 pada saat suhu dipertahankan pada suhu 80^0C dan suhu 100^0C beberapa saat. Grafik uji coba yang dilakukan adalah:



Gambar 2. Grafik Perubahan Suhu terhadap waktu dalam uji coba alat pemanas

Alat pemanas ini digunakan untuk memanaskan sampel dengan variasi kelajuan panas dari $5^0\text{C}/\text{menit}$ sampai dengan $25^0\text{C}/\text{menit}$. Pada saat aktivasi semua sampel mengalami perlakuan yang sama dengan suhu pemanasan 850^0C .

Pengujian Sifat Fisika

Pengujian sifat fisika meliputi daya hantar listrik dan konduktifitas.

a. Daya Hantar Listrik

Hasil uji daya hantar listrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Hantar Listrik

No	Sampel	Daya Hantar listrik(<i>microsiemens/cm</i>)
1.	C1	13.72
2.	C2	13.72
3.	C3	13.72
4.	C4	13.75
5.	C5	13.74
6.	C6	13.74
7.	C7	13.75
8.	C8	13.76
9.	C9	13.76
10.	C10	13.76

Dari hasil terlihat ada kenaikan daya hantar listrik bila pemanasan dilakukan dengan kelajuan yang semakin kecil. Sampel

yang dipanaskan dengan laju pemanasan cepat yaitu $25^0\text{C}/\text{menit}$ mempunyai daya hantar yang lebih kecil dibanding dengan sampel yang dipanaskan dengan laju pemanasan yang lambat yaitu $5^0\text{C}/\text{menit}$. Daya hantar yang paling baik pada percobaan ini sebesar 13.76 microsiemens/cm.

b. Massa Jenis

Hasil pengujian massa jenis dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

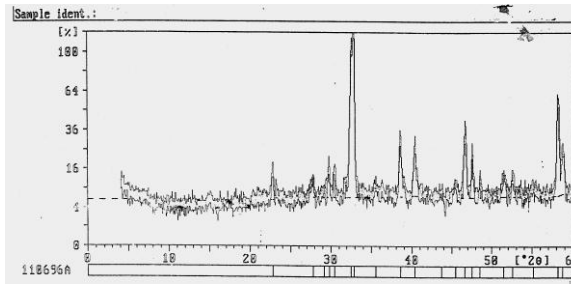
Tabel 3. Hasil Pengujian Massa Jenis

No	Sampel	Massa jenis(<i>gr/cm³</i>)
1.	C1	0.75419
2.	C2	0.75431
3.	C3	0.75452
4.	C4	0.75470
5.	C5	0.75480
6.	C6	0.75498
7.	C7	0.75519
8.	C8	0.75528
9.	C9	0.75556
10.	C10	0.75593

Dari hasil dapat kita lihat sampel yang dipanaskan dengan laju pemanasan cepat akan memiliki massa jenis yang lebih kecil dibanding dengan sample yang dipanaskan dengan laju pemanasan lambat. Ini disebabkan sampel yang dipanaskan dengan laju pemanasan cepat akan menghasilkan abu yang banyak sehingga massa jenisnya kecil. Sampel C1 (laju pemanasan $25^0\text{C}/\text{menit}$) memiliki massa jenis 0.75419 gr/cm^3 sedang sampel C10 (Laju pemanasan $5^0\text{C}/\text{menit}$) memiliki massa jenis 0.75593 gr/cm^3 .

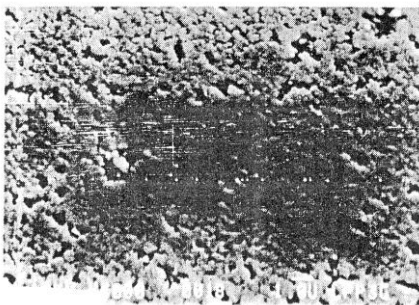
a. XRD.

Dari hasil XRD terlihat tidak ada perbedaan yang berarti dari kesepuluh sample. Salah satu hasil XRD adalah



b. SEM

Dari hasil SEM juga tidak terdapat perbedaan yang nyata dari kesepuluh sampel. Salah satu hasil sampel adalah



Pengujian Sifat Kimia

Pengujian sifat kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat dan daya jerap iod.

a. Kadar Air

Hasil uji kadar air dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air

No	Sampel	KADAR AIR (%)
1.	C1	0.043
2.	C2	0.044
3.	C3	0.042
4.	C4	0.038
5.	C5	0.044
6.	C6	0.039
7.	C7	0.038
8.	C8	0.039
9.	C9	0.038
10.	C10	0.038

Dari hasil diatas terlihat kadar air dari sample yang dipanaskan dengan laju pemanasan yang tinggi memiliki kadar air yang besar yaitu 0,043 %. Memang hasil ini sudah dianggap baik tetapi jika dibanding dengan sample yang dipanaskan dengan laju

pemanasan lambat akan mengandung kadar air yang lebih kecil yaitu sebesar 0,038 %.

b. Kadar Abu

Hasil uji kadar abu dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kadar Abu

No	Sampel	KADAR ABU (%)
1.	C1	1.88
2.	C2	1.82
3.	C3	1.73
4.	C4	1.70
5.	C5	1.53
6.	C6	1.50
7.	C7	1.48
8.	C8	1.48
9.	C9	1.47
10.	C10	1.47

Seperti kita duga sebelumnya bahwa sampel yang dipanaskan dengan laju pemanasan tinggi akan mengakibatkan kadar abu yang tinggi. Namun karena semua sample dalam penelitian ini dipanaskan dengan laju pemanasan tetap, terlihat hasil kadar abu masih tergolong relative kecil dan sesuai dengan dengan standart mutu arang aktif dari Standart Nasional Indonsia (SNI) No. 06-3730-1995. Kadar abu yang paling kecil didapat pada sample yang dipanaskan dengan laju pemanas yang paling lambat (C10) yaitu hanya 1.47 % saja.

c. Kadar Karbon Terikat

Hasil uji kadar karbon terikat dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Karbon Terikat

No	Sampel	Kadar Karbon Terikat (%)
1.	C1	95.52
2.	C2	94.01
3.	C3	93.23
4.	C4	96.04
5.	C5	94.05
6.	C6	95.51
7.	C7	95.62
8.	C8	95.85
9.	C9	96.53
10.	C10	97.03

Tingginya kadar karbon terikat dari arang aktif dalam penelitian ini seperti terlihat dalam tabel diatas, dikarenakan tingginya kandungan karbon dalam tempurung kelapa sebagai bahan utama dalam pembuatan arang aktif. Hasil diatas juga menunjukkan adanya peningkatan kadar karbon terikat seiring dengan turunnya laju pemanasan yang walaupun tidak terlalu signifikan. Hasil terbaik pada sample C10 dengan laju pemanasan 5 °C/menit dengan kadar karbon terikat sebesar 97.03 %.

c. Daya Jerap Iod

Penentuan daya jerap iod dari karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Daya Jerap

No	Sampel	Daya Jerap(mg/g)
1.	C1	743.32
2.	C2	744.12
3.	C3	750.10
4.	C4	752.14
5.	C5	758.20
6.	C6	761.21
7.	C7	763.43
8.	C8	765.45
9.	C9	766.57
10.	C10	775.24

Dalam aplikasi daya jerap iod merupakan variabel yang sangat dominan dalam penentuan kualitas arang aktif tersebut. Hasil pada table diatas tergolong sangat baik jika dibanding dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia No. 6-3730-1995. Yang paling menggembarakan ada kenaikan daya jerap yang teratur seiring dengan laju pemanasan yang semakin lambat. Pada sample dengan laju pemanasan 5 °C/menit, daya jerap iodnya sebesar 775.24 mg/g.

KESIMPULAN

1. Didapatkan alat pemanas dengan pengontrol suhu type PXR-4, tungku pemanas berbentuk silinder dan didapatkan riak 1^o saat suhu dipertahankan pada suhu 80^o C dan suhu 100^o C beberapa saat.
2. Kecepatan pemanasan yang paling baik pada pembuatan arang aktif saat

karbonisasi adalah dengan laju pemanasan 5^oC/menit saat aktivasi pada suhu pemanasan 850^oC.

3. Hasil uji pada laju pemanasan tersebut pada sampel uji C10 adalah: daya hantar 13.76 microsiemens/cm, massa jenis 0.75593 gr/cm³, kadar air 0,038 %, Kadar abu 1.47 %, kadar karbon terikat sebesar 97.03 %, dan daya jerap iod 775.24 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim A. 2006. Activated Chorcoal. <http://www.answer.com/topik/activated.carbon> [Agustus 2006]
- Ferry, J. 2002. Pembuatn Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. [skripsi] FMIPA IPB, Bogor.
- Manarsip, J., Petrus., Hendrik T., Venny A., Ramly P., Zetly S. 1996. Pengembangan pemanfaatan tempurung Biji Pala sebagai Arang Aktif . Balai Penelitian dan Pengembangan Industri , Manado.
- Nainggolan J., 2002. Pembuatan Supperkonduktor YBCO dan karakterisasinya. *Jurnal sains, Vol 2 No.1*.
- Rio S., Le Coq L., Faur C., Le Cloirec P. 2005. *Production of porous carbonaceous adsorbent from physical activation of sewage sludge : application to wastewater treatment* Nanyang Tecnological University, Singapore.
- S Baksi, Soumitra Biswas and S. Mahajan. 2005. *Activated Carbon from Bambo-Technology Development towards commercialization*, Paper of Departement of Chimical engineering of IIT Bombay.
- Sembiring, M., Tuti. S 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). <http://www.library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Downloads&file=index®=getit&lid=643>. [15 September 2005].

Steve Kvech, Erika 2005.*Properties of
Activated Carbon file ://F:\ Honey %20
Skripsi\Activated%20Carbon. htm.* [15
Oktober 2005]